



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

TÍTULO:

ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS NUTRICIONALES EN LOS
DEPORTISTAS DE ULTRA RESISTENCIA: INTERVENCIÓN NUTRICIONAL Y
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

AUTORA DEL TRABAJO:

PAULA MARTÍN JULIÁN

GRADO EN NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

TUTORA:

MARÍA ARNEDO MUÑOZ (Área de Fisiología)

FECHA DE PRESENTACIÓN:

24-06-2021

Resumen.

Los deportes de resistencia son aquellos que requieren mantener un nivel de esfuerzo elevado durante el mayor tiempo posible. Dentro de ellos podemos encontrar los deportes de ultra resistencia en los que la duración y esfuerzo requerido es aún mayor. En los últimos años este tipo de deportes ha aumentado en popularidad.

Los atletas son un grupo poblacional que posee unas características nutricionales específicas, debido a su mayor nivel de gasto energético. Dentro de ellos, los deportistas de ultra resistencia poseen necesidades nutricionales específicas derivadas de las especiales características de su deporte. Por ejemplo, pueden tener requerimientos energéticos de entre 3000 y 11500 calorías por día, o sufrir problemas nutricionales más específicos como: molestias gastrointestinales, hipo hidratación, hiponatremia asociada al ejercicio (EAH) e inflamación de las extremidades, déficit energético remarcando el déficit proteico o de carbohidratos, etc. Por consiguiente, los atletas que compiten en deportes de ultra resistencia deben manejar los problemas nutricionales de forma especial, principalmente en lo que respecta al equilibrio energético y de líquidos.

Teniendo en cuenta el gran número de deportistas que cada año participan en deportes de ultra resistencia, es cada vez más importante que los profesionales de la nutrición estén correctamente informados de los problemas que estos atletas pueden padecer. A pesar de todo ello, el interés científico en estos deportes sigue siendo relativamente pequeño. Por todo ello, el propósito de este trabajo se centra en revisar los artículos publicados sobre este tema que estudien de manera específica los diferentes problemas nutricionales de los deportistas de ultra resistencia. Todo esto se apoyará con un caso práctico de un atleta que practica ultra Trail. De esta manera se pretenden proporcionar algunas pautas y consejos nutricionales específicos para este tipo de atletas.

Índice y listado de abreviaturas

<i>Índice y listado de abreviaturas</i>	3
<i>1. Introducción.</i>	2
1.1 Deportes de resistencia y ultra resistencia	2
1.2 Clasificación de los deportes de ultra resistencia	2
1.3 Principales factores implicados en el rendimiento deportivo	3
1.4 Problemas nutricionales en los deportistas de resistencia y ultra resistencia	4
<i>2. Justificación y objetivos.</i>	7
2.1 Justificación	7
2.2 Objetivos	7
<i>3. Material y métodos.</i>	8
3.1 Criterio de selección de artículos	8
3.2 Estrategia de búsqueda	8
3.3 Datos del deportista de ultra resistencia	9
<i>4 Resultados y discusión.</i>	11
4.1 Selección de los artículos para la revisión bibliográfica	11
4.2 Problemas nutricionales en los deportes de ultra resistencia	12
4.2.1 Déficit energético	12
4.2.4 Problemas de hidratación y cambios en la masa corporal.	18
4.2.5 Cambios en la masa corporal durante la carrera.	20
4.3. Intervención nutricional de un deportista de ultra resistencia	21
4.3.1 Consulta inicial y planteamiento de los objetivos	21
4.3.2 Evolución de los datos antropométricos y balance hídrico del deportista de ultra Trail.	22
4.3.2.1 Datos antropométricos	22
4.3.2.2 Balance hídrico	24
4.3.3 Problemas nutricionales detectados e intervención nutricional planteada.	24
4.3.4 Resultados tras la intervención nutricional	25
<i>5 Conclusiones</i>	27
<i>6. Bibliografía</i>	28
<i>ANEXO I</i>	32

Listado de abreviaturas:

CHO: Hidratos de Carbono

DM: Diámetro de la muñeca

DR: Diámetro del fémur

EAH: Hiponatremia asociada al ejercicio.

GIS: síntomas gastrointestinales.

LCHF: dietas bajas en carbohidratos y altas en grasas.

MeSH: Medical Subject Headings

MME: Masa muscular esquelética

MO: Masa ósea

Pl Abd: Pliegue abdominal

Pl MA: Pliegue del muslo anterior

Pl PM: Pliegue pierna medial

Pl Sesp: Pliegue supra espinar

Pl Sub: Pliegue subescapular

Pl Tri: Pliegue del tríceps

VO₂max: Volumen de oxígeno máximo

1. Introducción.

1.1 Deportes de resistencia y ultra resistencia

Los deportes de resistencia son aquellos que exigen mantener un esfuerzo de manera eficaz durante el mayor tiempo posible, y que se caracterizan por la realización de contracciones isotónicas de grupos musculares grandes. Desde un punto de vista fisiológico, son aquellos llevados a cabo a niveles de intensidad submáxima, con el principal objetivo de ir desplazando progresivamente el comienzo de la transición anaeróbica (comienzo del metabolismo anaeróbico y producción de lactato) (1). Dentro de los deportes de resistencia es importante tener en cuenta factores como la intensidad, duración y fuerza ejercida (2).

Por esa razón, una carrera de resistencia y ultra resistencia puede referirse a correr, andar en bicicleta, nadar, esquiar de fondo o a un evento multideportivo como el triatlón. (3) El criterio para definir estas diferentes pruebas como deportes de ultra resistencia es que tengan al menos de 4 (4,5) a 6 horas (5) de duración.

Actualmente la cantidad de personas que practican este tipo de deportes ha aumentado significativamente y, a día de hoy los eventos de ultra resistencia están ganando cada vez más adeptos entre la población general. (6) De hecho, el número de corredores que participan en eventos de ultra maratón llega a más de cien mil participantes en más de mil carreras en todo el mundo. Otro dato para destacar es que el número de personas que terminó una carrera de ultra maratón en el mundo en 2016 fue de 276.535, una cantidad que se ha duplicado desde el año 2011. (7)

1.2 Clasificación de los deportes de ultra resistencia

Dentro de los deportes de resistencia podemos encontrar la modalidad de ultra resistencia que se caracteriza porque la duración del evento sea mínimo entre 4 y 6 horas. (4,5). Dichos eventos incluyen una o múltiples etapas como ultra maratones o ciclismo, triatlones / duatlones de ultra distancia, carreras de aventuras multideportivas, expediciones, natación en aguas abiertas, remo / kayak, deportes de invierno, etc. (4) Este tipo de actividades deportivas son particularmente desafiantes, porque requiere a los participantes de un esfuerzo físico prolongado y extenuante en una única sesión o en varios días consecutivos. Además, muchos eventos se llevan a cabo en condiciones extremas de temperatura ($\leq 0^{\circ}\text{C}$ a $\geq 30^{\circ}\text{C}$) y altitud (más de 3000 m) y sobre terrenos duros (ártico, montaña, desierto, bosque o jungla). (8)

Por otro lado, la autosuficiencia en algunos eventos también implica días consecutivos de esfuerzo excesivo (por ejemplo, llevar ropa, equipo y alimento; que pesa en torno a 5-15 kilogramos) y condiciones de sueño difíciles (al aire libre con un refugio nocturno mínimo), aumentando así aún más la dificultad para superar la prueba. (4,5)

Por ello, dentro de esta definición tan amplia de deportes de ultra resistencia podemos resumir las distintas modalidades en:

- Una prueba mayor a 6 h de diferentes deportes como, por ejemplo: correr, ciclismo, nadar, esquiar de fondo, esquí de montaña o un evento multideportivo como el triatlón.
- Carrera de ultra resistencia de una duración de días o incluso semanas. En estas carreras, los deportistas suelen competir por tiempo, es decir, intentan realizar una distancia determinada en el menor tiempo posible.
- Otros formatos de carreras en los que se compite por cubrir la máxima distancia en un tiempo determinado (por ejemplo, 12 h de carrera.)

En la tabla 1 se muestran las disciplinas de ultra resistencia más populares (natación, ciclismo, carrera y triatlón), así como la combinación de las mismas, y la distancia recorrida en cada una de las pruebas específicas en diferentes lugares. (9)

Discipline	Distance
Swimming	
Channel Swimming	~34 km, sea water
Cycling	
Furnace Creek 508	~820 km in California, USA
Tortour	~1,000 km around Switzerland
Race around Ireland	~2,200 km around Ireland
Race around Austria	~2,200 km around Austria
Race across America	~4,800 km across America
Running	
Ultra Trail du Mont Blanc	166 km
Badwater	217 km
Spartathlon	246 km
Marathon des Sables	~240 km
Western States Endurance Run	161 km
Trans Europe Foot Race	~5,100 km
Triathlon	
Virgina Double Iron Triathlon	7.6 km swim, 360 km bike, 84.4 km run
Virgina Triple Iron Triathlon	11.4 km swim, 540 km bike, 126.6 km run
Deca Iron Triathlon Mexico	36 km swim, 1,800 km bike, 420 km run

Tabla 1. Carreras más conocidas de ultra resistencia en natación, ciclismo, carrera y triatlón. (9)

1.3 Principales factores implicados en el rendimiento deportivo

Dentro de los eventos de resistencia y ultra resistencia, son de gran importancia diferentes factores como la preparación a largo plazo, una nutrición e hidratación adecuada, la adaptación a los componentes ambientales estresantes, la fatiga fisiológica o la resistencia psicológica para alcanzar un rendimiento óptimo (5).

Un rendimiento exitoso se alcanzará si se sigue un plan de entrenamiento personalizado y periodizado, ejecutado de acuerdo a los siguientes principios de entrenamiento: desarrollo integral, sobrecarga, especificidad, individualización, entrenamiento consistente y tolerancia estructural. Por todo ello, el entrenamiento depende en gran medida de la tolerancia del atleta al esfuerzo repetitivo. (5,10)

Por otro lado, la periodización es una estrategia para la preparación del entrenamiento en bloques grandes, medianos y pequeños que se conocen como macro, meso, y microciclos, respectivamente. Cuando el entrenamiento se aplica correctamente, los atletas pueden lograr un gran estado de forma para la competición y evitar el síndrome de sobre entrenamiento durante los meses de preparación para el evento. (11)

Generalmente, cuanto más largo sea el evento deportivo, el plan de entrenamiento llevado a cabo se considerará exitoso si el deportista finaliza la prueba dentro de los objetivos individuales planteados y sin problemas de salud sobrevenidos por la realización de ésta. (5,11).

Además de seguir un plan de entrenamiento adecuado a sus características individuales, el atleta de ultra resistencia debe seguir también unas prácticas nutricionales adecuadas para recuperarse y prepararse para el entrenamiento diario, y para mantenerse sano y libre de lesiones. (5) La rehidratación después del ejercicio, junto con el momento y el método de una mayor ingesta de alimentos para hacer frente a un entrenamiento intenso, son esenciales para un rendimiento óptimo. (12)

1.4 Problemas nutricionales en los deportistas de resistencia y ultra resistencia

Los deportistas son un grupo poblacional específico que puede sufrir diferentes problemas nutricionales con respecto a la población sedentaria. Esto se debe principalmente al mayor gasto energético, desgaste muscular, condiciones climáticas cuando se desarrolla un deporte al aire libre, etc., que afrontan durante la práctica deportiva.

Entre los principales problemas nutricionales que podemos encontrar en la población deportista general se encuentran: fatiga por falta de sustratos energéticos, problemas intestinales, problemas de hidratación como puede ser la deshidratación, etc. (4) Y dentro de los deportes de resistencia los problemas más comunes son: molestias gastrointestinales, hipo hidratación, hiponatremia asociada al ejercicio (EAH) e inflamación de las extremidades, déficit energético remarcando el déficit proteico o de carbohidratos o la anemia (4,9,12). Por ello, en los deportes de resistencia y ultra resistencia una de las principales preocupaciones son los diferentes aspectos nutricionales, los cuales pueden presentarse de manera individual o como una combinación de varios de ellos (9,13).

Las características específicas de los deportes de ultra resistencia implican un alto gasto energético por lo que es de gran importancia suministrar estratégicamente suficientes alimentos y líquidos para cumplir con los requisitos en días únicos o consecutivos de participación en una competición de ultra resistencia. (14)

En la tabla 2 se muestran las diferencias entre la ingesta calórica y gasto energético de diferentes deportes de resistencia y ultra resistencia. En cuanto a cada una de las disciplinas, los déficits de energía por hora parecen mayores en la natación. Esto podría explicarse por los diferentes ambientes a los que están sometidos este tipo de deportes (por ejemplo, el agua) (9)

Distance and/or time	Subjects	Total energy intake (kcal)	Total energy expenditure (kcal)	Total energy deficit (kcal)	Energy deficit in 24 hours (kcal)	Energy deficit per hour (kcal)
Swimming						
26.6 km	1 male	2,105	5,540	- 3,435		- 429
26.6 km	1 male					- 500
24-h swim	1 male	3,900	11,460	- 7,480	- 7,480	- 311
Mean (SD)						- 413±95
Cycling						
12 hours indoor-cycling	1 male	2,750	5,400	- 2,647		- 220
557 km in 24 hours	1 male	5,571	15,533	- 9,915	- 9,915	- 413
617 km in 24 hours	1 male	10,000	13,800	- 3,800	- 3,800	- 158
694 km in 24 hours	1 male	10,576	19,748	- 9,172	- 9,172	- 382
24 hours cycling	6 males	8,450	18,000	- 9,590	- 9,590	- 399
1,000 km in 48 hours	1 male	12,120	16,772	- 4,650	- 2,325	- 96
1,126 km in 48 hours	1 male	11,098	14,486	- 3,290	- 1,645	- 65
2,272 km in 5 d 7 h	1 male	51,246	80,800	- 29,554	- 5,585	- 232
4,701 km in 9 d 16 h	1 male	96,124	179,650	- 83,526	- 8,352	- 360
Mean (SD)					- 6,298 ± 3,392	- 258 ± 134
Running						
160 km in 20 h	1 male	9,600	8,480	- 1,120		- 56
320 km in 54 h	1 male	14,760	18,120	- 3,360	- 1,493	- 62
501 km in 6 days	1 male	39,666	54,078	- 14,412	- 2,402	- 100
Atacama crossing	1 male	37,191	101,157	- 63,966	- 3,046	- 127
100 km	11 female	570	6,310	- 5,750		- 452
100 km	27 male	760	7,420	- 6,660		- 580
Mean (SD)					- 2,313 ± 780	- 229 ± 227
Triathlon						
Triple Iron ultra-triathlon	1 male	15,750	27,485	- 11,735	- 6,869	- 286
Triple Iron ultra-triathlon	1 male	22,500	28,600	- 6,100	- 3,404	- 141
Gigathlon multi-stage triathlon	1 male	38,676	59,622	20,646	- 9,937	- 414
10 x Ironman triathlon	1 male	77,640	89,112	- 11,480	- 7,544	- 314
Mean±SD					- 6,938 ± 2,699	- 288 ± 112

Tabla 2. Balance energético en atletas de ultra resistencia en diferentes disciplinas. (9)

Teniendo en cuenta la duración de las carreras de ultra resistencia, un atleta de este tipo de deportes se enfrenta a problemas nutricionales específicos (4). En cambio, las recomendaciones de nutrición deportiva para estos deportistas siguen siendo un tema complejo, con gran variedad de opiniones y consejos a menudo diferentes por parte de los distintos profesionales de la salud.

Los estudios realizados específicamente en este tipo de deportistas han demostrado el gran abanico de desafíos que el ejercicio de ultra resistencia ejerce sobre el cuerpo, entre los que podemos destacar:

- Déficit energético y, por consecuente fatiga y nutrición subóptima: los atletas que compiten en deportes de ultra resistencia deben ser capaces de manejar tanto el equilibrio energético como el hídrico. Existen situaciones donde el déficit calórico podría ser elevado y se podría desencadenar un descenso del rendimiento, entre otras consecuencias. (4,5,15,20)
- Molestias gastrointestinales: asociado a una serie de síntomas gastrointestinales (GIS) causadas por el ejercicio intenso tanto en condiciones ambientales cálidas o frías. (3)
- Pérdidas de líquidos por el sudor: estas disminuciones pueden alcanzar hasta 2 L / h debido al aumento del trabajo metabólico durante el ejercicio prolongado, pudiendo llegar a producir hipohidratación o en casos opuestos hiperhidratación dando lugar a situaciones de hiponatremia asociada al ejercicio (EAH) al intentar contrarrestar las pérdidas derivadas de la sudoración. (15,16)

Estos mismos estudios toman conciencia sobre las posibles complicaciones médicas del ejercicio de ultra resistencia dando importancia a un enfoque nutricional individualizado y personalizado para cada deportista. (17,18)

A pesar de que la mayoría de los problemas nutricionales en los deportes de ultra resistencia son similares a los de resistencia, las diferencias en cuanto a la duración de ambos tipos de eventos deportivos, implica que el abordaje de estos se realice de manera diferente. Todo ello, sumado a la gran popularidad de estos eventos de resistencia y ultra resistencia, y teniendo en cuenta la gran variedad de situaciones fisiológicas deportivas que dependen del tipo de pruebas, implican la necesidad de definir los déficits nutricionales para cada uno de ellos, y de esta manera evitar los diferentes problemas que se puedan producir. (4)

2. Justificación y objetivos.

2.1 Justificación

La nutrición deportiva es una especialidad en auge dentro del campo de la nutrición, la cual requiere de conocimientos y habilidades específicas. Los problemas nutricionales que tienen que afrontar los deportistas son muy diversos y, muchas veces son específicos del tipo de deporte que practican. Además, los deportes de resistencia y ultra resistencia están sumando atletas cada año y ganando popularidad. Sin embargo, el interés científico por estos deportes sigue siendo relativamente pequeño. (19)

Por todo ello, el objetivo que se pretende alcanzar con esta revisión es proporcionar una visión general de los diferentes problemas nutricionales que nos podemos encontrar, de manera específica, en los atletas de ultra resistencia. De esta manera se pretenden ofrecer recomendaciones prácticas basadas en la evidencia que puedan ser directamente aplicables en el cuidado de estos atletas.

2.2 Objetivos

Principal:

- Identificar los principales problemas nutricionales de los deportistas de ultra resistencia.

Secundarios:

- Determinar y describir los problemas nutricionales encontrados.
- Analizar las diferentes soluciones para cada uno de ellos.
- Realizar una intervención nutricional en un deportista de ultra resistencia.

3. *Material y métodos.*

3.1 Criterio de selección de artículos

Se ha llevado a cabo un protocolo basado principalmente en las directrices de la declaración PRISMA (21). En él ha quedado recogida la elaboración de un esquema de trabajo, la realización de una estrategia de búsqueda electrónica correcta y reproducible en las bases de datos PubMed, Web of Science y Science Direct, así como el establecimiento de unos criterios de elegibilidad de artículos (inclusión y exclusión) para refinar la estrategia de búsqueda primaria.

Además, los principales artículos empleados para este trabajo son estudios que evalúan los diferentes problemas nutricionales que se pueden presentar en atletas de ultra resistencia como pueden ser los problemas energéticos, problemas de hidratación, pérdida de masa corporal, problemas gastrointestinales, etc.

3.2 Estrategia de búsqueda

Para esta revisión bibliográfica se ha realizado una búsqueda de artículos de investigación en diferentes webs de referencia como: Pubmed, Science Direct y Web of Science (WOS). Los “Medical Subject Headings” (MeSH) de búsqueda utilizados fueron los siguientes: “hiponatremia ultra endurance”, “hydration ultra endurance”, “nutritional problems”, “ultra endurance sport”, “ultra Trail”.

Los criterios de inclusión que se emplearon fueron:

- Deportes de ultra resistencia.
- Tratamiento de problemas nutricionales.
- Tipo de estudio: revisiones sistemáticas, bibliográficas, artículos y ensayos clínicos.
- Idioma: español e inglés.
- Tiempo de publicación: en los últimos 10 años (2011-2021).

Los criterios de exclusión empleados fueron:

- Deportes que no fueran de ultra resistencia, incluidos los deportes de resistencia.
- Artículos que traten problemas médicos no relacionados con la nutrición.
- Tiempo de publicación: anterior a 2010.
- Tipo de estudio: artículos duplicados, evaluación económica.

3.3 Datos del deportista de ultra resistencia

El deportista del que va a tratar la intervención nutricional es un atleta que practica deporte de ultra maratón, especializado en ultra Trail.

Se trata de un varón de 30 años, 176 cm de altura y con un peso actual de 70,3 kg. El deportista estudiado entrena 5 días por semana y su entrenamiento varía dependiendo de la semana y del periodo de la temporada. El atleta realiza doble sesión de entrenamiento un día a la semana y los fines de semana realiza entrenamientos específicos de mayor volumen (ultra Trail con más de 1500 metros de desnivel, esquí de travesía en temporada de invierno con más de 1000 metros de desnivel, bicicleta de montaña más de 20 km y con más 1000 metros de desnivel, etc.).

Para el registro corporal se siguieron las diferentes medidas tomadas en las revisiones clínicas. El atleta fue pesado y medido en ropa interior y descalzo en un periodo de ayunas mínimo de 3 horas.

Los datos antropométricos recogidos son los siguientes:

Por un lado, como se muestra en la tabla 3, realizamos las mediciones de los diámetros que consideramos importantes y el perímetro de la muñeca.

Diámetros (cm)	Humeral	7,37
	Femoral	9,33
	Biestiloideo de la muñeca	5,99
Perímetro (cm)	Muñeca	19,9

Tabla 3. Diámetros del deportista y perímetro fijo de la muñeca.

A continuación, en la tabla 4 se muestran los distintos pliegues en cm, y el peso en kilogramos tomados al atleta. Todos ellos fueron obtenidos en cada revisión. Los datos reflejados son la media de la toma de tres pliegues para mejorar la exactitud.

Fecha	Peso	Pliegue Tricipital	Pliegue bicipital	Pliegue subescapular	Pliegue supra espinar	Pliegue ileocrestal	Pliegue abdominal	Pliegue del muslo	Pliegue de la pantorrilla
31/03/2021	73,4	5	2,5	5	4	5	6,5	7	6
29/04/2021	72,2	4	2	5,5	3,5	5	6,2	6,5	5
19/05/2021	72,3	4	2	5,2	4	4	6	6	5
09/06/2021	70,3	3,5	2	5	4	4	5,5	6	4

Tabla 4. Pliegues cutáneos del deportista.

Por último, en la tabla 5, se muestran los perímetros en cm y el peso en kilogramos, obtenidos tras la medición en cada revisión deportiva del atleta.

Fecha	Peso	Perímetro del brazo relajado	Perímetro del brazo (fuerza máxima)	Perímetro de la cintura	Perímetro de la cadera	Perímetro del muslo	Perímetro de la pantorrilla
31/03/2021	73,4	29,2	32,2	83,9	96	58	39,5
29/04/2021	72,2	28,1	32	83	96,6	56,5	38,6
19/05/2021	72,3	28	31,7	83	95,8	57,2	39,5
09/06/2021	70,3	27,6	31,6	81,8	94,4	56,6	38,9

Tabla 5. Perímetros del deportista.

El porcentaje de masa grasa, masa muscular esquelética, masa residual y masa ósea se calcularon por distintas fórmulas como la de Carter, Faulkner, Yuhasz, De Rose, Rocha, y la ecuación de la masa residual.

También evaluamos la tasa de sudoración y el porcentaje de deshidratación con datos recogidos que nos proporcionó el deportista en 4 días con diferentes tipos de entrenamiento. En la ficha de seguimiento recogimos datos como el tipo de entrenamiento, la duración, el peso del deportista antes, el peso del deportista después, peso del bidón/es antes, el peso del bidón/es después y la cantidad orinada durante el entreno.

4 Resultados y discusión.

4.1 Selección de los artículos para la revisión bibliográfica

La selección de los artículos se ha realizado de forma secuencial. En primer lugar, se aplicó en las bases de datos PubMed, Science Direct y Web of Science (WOS) junto a la “Estrategia de búsqueda”, obteniéndose un total de 1624 resultados. Seguidamente, se emplearon filtros que definían algunos de los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente, obteniendo un total de 258 resultados.

En segundo lugar, se realizó un primer cribado de los estudios seleccionados mediante la lectura de título y resumen, con el objetivo de excluir los que fuesen claramente irrelevantes, dando lugar a 27 artículos. Por último, se procedió a una lectura completa y en profundidad de los artículos, para de esta manera eliminar los que no se ajustaran al propósito de esta revisión. En la selección final para la realización de este Trabajo de Fin de Grado obtuvimos un total de 11 artículos válidos.

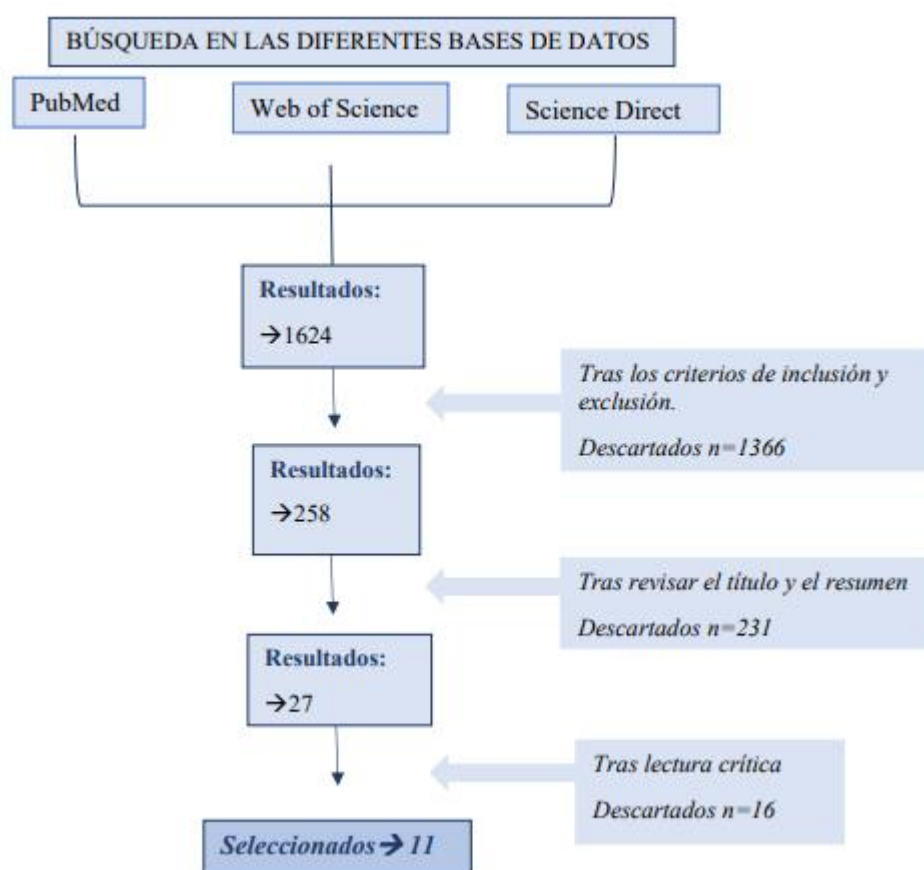


Figura 1. Representa los criterios de búsqueda segura en las diferentes bases de datos, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión aplicados. Se muestra el número de artículos que van quedando mientras se aplican los filtros.

4.2 Problemas nutricionales en los deportes de ultra resistencia

Los deportes de ultra resistencia son eventos particularmente desafiantes, en los que los participantes realizan un esfuerzo físico prolongado en una sesión o en varios días consecutivos. Por esta razón es imprescindible una buena gestión de las necesidades nutricionales con el objetivo de mantener un nivel óptimo, tanto de rendimiento físico como mental. (4,22)

Hoy en día, el atleta de ultra resistencia es consciente de la importancia de la nutrición para recuperarse y prepararse para los próximos entrenamientos y carreras. Aun así, las investigaciones han concluido que los atletas de resistencia y ultra resistencia no consumen suficientes alimentos y bebidas, lo que desencadena un balance energético y de líquidos negativo durante la carrera, como lo demuestra su reducción de masa corporal y porcentaje de grasa corporal después de las pruebas atléticas (22,23).

Por otro lado, también se ha visto que los atletas de ultra resistencia adoptan estrategias nutricionales similares a las de los atletas de resistencia, sin embargo, presentan características únicas que pueden afectar a la nutrición como son la edad, características antropométricas y de entrenamiento (23)

Como ya se ha nombrado anteriormente, en un deportista de ultra resistencia se pueden presentar diversos problemas a nivel nutricional que pueden afectar al resultado de un evento de ultra resistencia.

4.2.1. Déficit energético

Nuestro principal objetivo cuando hablamos de gasto e ingesta energética es alcanzar un balance energético equilibrado durante la carrera y una buena preparación pre y post competición, para llegar a cubrir los objetivos de una manera adecuada y cómoda para el deportista. (24)

Llamamos balance energético a la diferencia entre el gasto y la ingesta calórica (25, 26). A su vez, el gasto energético durante las pruebas deportivas se puede evaluar a través de diferentes métodos como la acelerometría triaxial (26), la calorimetría indirecta o el equivalente energético del oxígeno que se puede calcular a partir de los registros de frecuencia cardíaca durante la carrera (18). La ingesta energética durante la carrera se estima mediante el análisis nutricional de todas las bebidas y alimentos consumidos durante la prueba (26).

Es de gran importancia saber que una carrera de larga duración, como es el caso de los deportes de ultra resistencia, implica un mayor gasto energético inducido por el ejercicio. De todos los estudios realizados, se estima que los eventos de larga duración conllevan a un gasto calórico que oscila entre 3000 y 11.500 calorías pudiendo llegar a ser un gasto calórico de hasta 18.000 kcal/ día. (18)

Para equilibrar el aumento del gasto energético es de gran importancia una nutrición óptima que garantice una ingesta energética adecuada. Por ello, el reemplazo calórico es uno de los fundamentos clave del sustento para los atletas de ultra resistencia. (9,18)

Este tipo de eventos de larga duración necesitan aportes de energía provenientes de los tres macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas). La contribución relativa de estos macro nutrientes también se ve afectada por la intensidad, la frecuencia y la estrategia de la carrera. Cuanto mayor sea la intensidad, mayor será la dependencia de los carbohidratos (5).

Por otro lado, un correcto balance energético no tiene, necesariamente que contribuir a mejorar los resultados en eventos extremos de ultra resistencia, a pesar de que se observa un cambio en el empleo de sustratos energéticos endógenos (18).

Sin embargo, un balance energético negativo podría estar relacionado con prácticas nutricionales y respuestas fisiológicas no deseadas, como un bajo consumo de vitaminas antioxidantes y una caída pronunciada del factor de crecimiento similar a la insulina 1 (27).

Reemplazar adecuadamente la cantidad calórica necesaria es un trabajo con gran dificultad para los deportistas de ultra resistencia ya que una ingesta tan inusualmente alta puede inducir efectos adversos que se describirán posteriormente. Además, se suman dificultades como el conocimiento de las calorías necesarias para una buena recuperación y un buen rendimiento durante la prueba.

4.2.2 Déficits nutricionales específicos

Las pautas para las estrategias nutricionales en las carreras de ultra resistencia están ausentes en mayor medida, ya que hay una deficiente investigación sobre prácticas nutricionales óptimas en eventos deportivos extremos, por ello es de gran importancia una visión general de los tres macro nutrientes y sus tomas adecuadas para la situación específica del deportista.

Carbohidratos

Desde el año 2000, el consenso nutricional ha recomendado la ingesta diaria de carbohidratos (CHO) para adaptarse individualmente a las demandas de gasto energético relacionadas con el peso corporal del deportista y la intensidad de su entrenamiento. Estas recomendaciones varían de 3 a 12 g / kg / día (28).

Sin embargo, la evidencia científica sugiere la posibilidad de llevar a cabo, de manera estratégica, algunas sesiones de entrenamiento en un estado de baja disponibilidad de glucógeno. De esta forma se pretenden inducir mayores adaptaciones al entrenamiento de resistencia activando la vía cetogénica. (29)

Revisiones recientes han destacado que un número creciente de atletas de ultra resistencia practican dietas de tipo cetogénico o bajas en CHO, también llamadas Low Carb o LCHF. Los comportamientos dietéticos derivados de este tipo de dietas dan lugar a la maximización de la oxidación de grasas que previenen el agotamiento del glucógeno y mejoran el rendimiento de resistencia (18).

En este contexto, para alcanzar un estado de cetosis nutricional, se recomienda generalmente que las personas consuman menos de 50 g de carbohidratos por día durante más de 3 semanas (30). De hecho, las dietas cetogénicas han demostrado un aumento del pico de oxidación de grasas en una intensidad de ejercicio del 60 al 80% del VO_2 máxima. Sin embargo, las altas tasas de oxidación de grasas parecen ser inherentes a los atletas de ultra resistencia, independientemente de los macro nutrientes presentes en la dieta. Esto ha quedado demostrado en un estudio reciente en el que se encontraron altas tasas de oxidación de grasas (0,84 a 1,74 g / min) cuando se realizó ejercicio durante 3 h al 60% del VO_2 máxima y los atletas seguían una dieta donde los tres macronutrientes estaban equilibrados (20% de proteína, 52% de CHO, 28% de grasa) (18,31).

Sin embargo, también se ha observado una reducción en el rendimiento del ejercicio cuando se siguen dietas bajas en CHO y ricas en grasas, traducido en una disminución del nivel de resistencia y del rendimiento deportivo, en comparación con los deportistas que siguen estrategias nutricionales con un alto número de tomas o con tomas periodizadas de CHO. Del mismo modo, no se ha observado una diferencia relevante en el rendimiento en una prueba contrarreloj de ciclismo de 100 km entre grupos dietéticos cetogénicos bajos en CHO altos en grasas y altos en CHO, después de 12 semanas de entrenamiento e intervención dietética (4).

Por todo ello, se puede concluir que la mejora en el rendimiento en deportes de ultra resistencia cuando se sigue una dieta baja en hidratos de carbono y alta en grasas es dudosa, y que la evidencia científica no proporciona, todavía, datos concluyentes sobre las mejoras del rendimiento en ultra resistencia.

Grasa

La grasa es el sustrato energético principal durante carreras de intensidad baja y moderada, además de ser una gran ayuda cuando se agotan las reservas de glucógeno muscular endógeno. Está bien establecido que la oxidación de grasas, a una determinada intensidad de carrera, puede regularse positivamente mediante un entrenamiento adecuado o en respuesta a manipulaciones de carbohidratos y grasas en la dieta (29,30).

Por esta razón, se ha informado en los últimos años de un número creciente de corredores de ultra resistencia, de élite y aficionados, que intentan deliberadamente, con o sin orientación profesional, la adherencia a dietas bajas en carbohidratos y altas en grasas (LCHF) o cetogénicas. El objetivo que persiguen es mejorar la capacidad relativa de oxidación de grasas para posteriormente optimizar el rendimiento durante la carrera. Esta creciente tendencia dietética entre los corredores de ultra resistencia se produce a pesar de la escasa investigación que respalda la mejora del rendimiento con estas intervenciones dietéticas (29,30)

Teóricamente, en el caso de corredores de ultra maratón, donde ya se han establecido adaptaciones de una alta tasa de oxidación de grasas ($\geq 1,2$ g / min), se podrían obtener alrededor 700 kcal/h del gasto

energético, sólo a partir de la oxidación de grasas, lo que puede ser beneficioso si la duración de la carrera es prolongada (≥ 10 h) y de intensidad baja (45% $\text{VO}_{2\text{max}}$) o moderada (55-70% $\text{VO}_{2\text{max}}$). (18,4,31)

Por todo esto, existe un debate considerable sobre si los deportistas de ultra resistencia podrían tener un beneficio en su rendimiento a través de manipulaciones de carbohidratos o grasas en la dieta, o simplemente entrenando en un estado de depleción de glucógeno para mejorar la oxidación de grasas.

Proteínas

Durante el ejercicio de resistencia, la oxidación de proteínas puede proporcionar entre el 2-10% del gasto energético total, especialmente durante situaciones en las que el glucógeno muscular se vuelve limitado (32). Se han establecido unos requisitos de ingesta diaria de proteínas para los atletas de resistencia de entre 1,5-1,8 g / kg / día (18). Sin embargo, uno de los aspectos que hay que tener en cuenta es que los sujetos del estudio no se acercaban a las cargas de entrenamiento típicas de la élite deportiva de ultra resistencia. (> 20 h / semana). (33)

Teniendo en cuenta el consumo de proteínas, se ha demostrado que este macronutriente constituye aproximadamente el 19% de la ingesta energética durante las carreras en ciclistas de ultra resistencia (18). Una explicación de este porcentaje tan elevado podría ser que los atletas aumentan el consumo relativo de aminoácidos para evitar la pérdida de masa muscular esquelética. Sin embargo, aún no se ha documentado la eficacia del consumo de aminoácidos como un posible factor a tener en cuenta en la reparación del daño muscular esquelético (34)

Los estudios han demostrado que la ingesta de proteínas superior a 2 g/peso corporal /día no aumenta el rendimiento deportivo. Sin embargo, los ciclistas del Tour de Francia y la élite de los corredores kenianos han declarado ingestas de entre 2,0-2,5 g / kg / día de proteína (4,18). Estas ingestas más elevadas podrían ser necesarias para mantener un balance de nitrógeno equilibrado, debido a la mayor oxidación de proteínas inducida por la elevada carga de entrenamiento.

En conclusión, son necesarios más datos de un correcto equilibrio proteico, basados en la élite deportiva de ultra resistencia, para poder establecer pautas proteicas específicas para este tipo de deporte.

4.2.3 Problemas gastrointestinales

Los síntomas gastrointestinales (GIS) son una característica común de los deportes de ultra resistencia, con una tasa de incidencia del 60 al 96%. (4). Por una parte, se encuentran los GIS superiores (de origen gastroesofágico y gastro-duodenal: regurgitación, distensión gástrica, eructos, dolor de estómago y acidosis / acidosis gástrica) y los GIS inferiores (de origen intestinal: flatulencia que incluye distensión abdominal inferior, necesidad de defecar, dolor abdominal, defecación anormal que incluye heces blandas, diarrea y sangre en las heces).

En los eventos de ultra resistencia podemos encontrar además GIS junto con otros síntomas relacionados (por ejemplo, náuseas, mareos y dolor abdominal transitorio agudo) (35).

Las causas de los GIS adversos durante y después de los eventos de ultra resistencia parecen ser de naturaleza multifactorial, pero todas pueden estar relacionadas con un "síndrome gastrointestinal inducido por el ejercicio". (4)

Factores extrínsecos como el modo / intensidad / duración del ejercicio, condiciones ambientales (especialmente calor) y el uso de medicamentos antiinflamatorios no esteroides (AINE, por ejemplo, aspirina e ibuprofeno) han demostrado agravar los trastornos gastrointestinales (35,36).

Además, los factores intrínsecos tales como tolerancia individual a la alimentación durante el ejercicio, actividad o predisposición a enfermedades / trastornos gastrointestinales, y posiblemente la abundancia bacteriana total y la diversidad del microbioma gastrointestinal también puede dar lugar a la ocurrencia y la magnitud de síndrome gastrointestinal inducido por el ejercicio (4). Todos estos factores quedan reflejados en la figura 2.

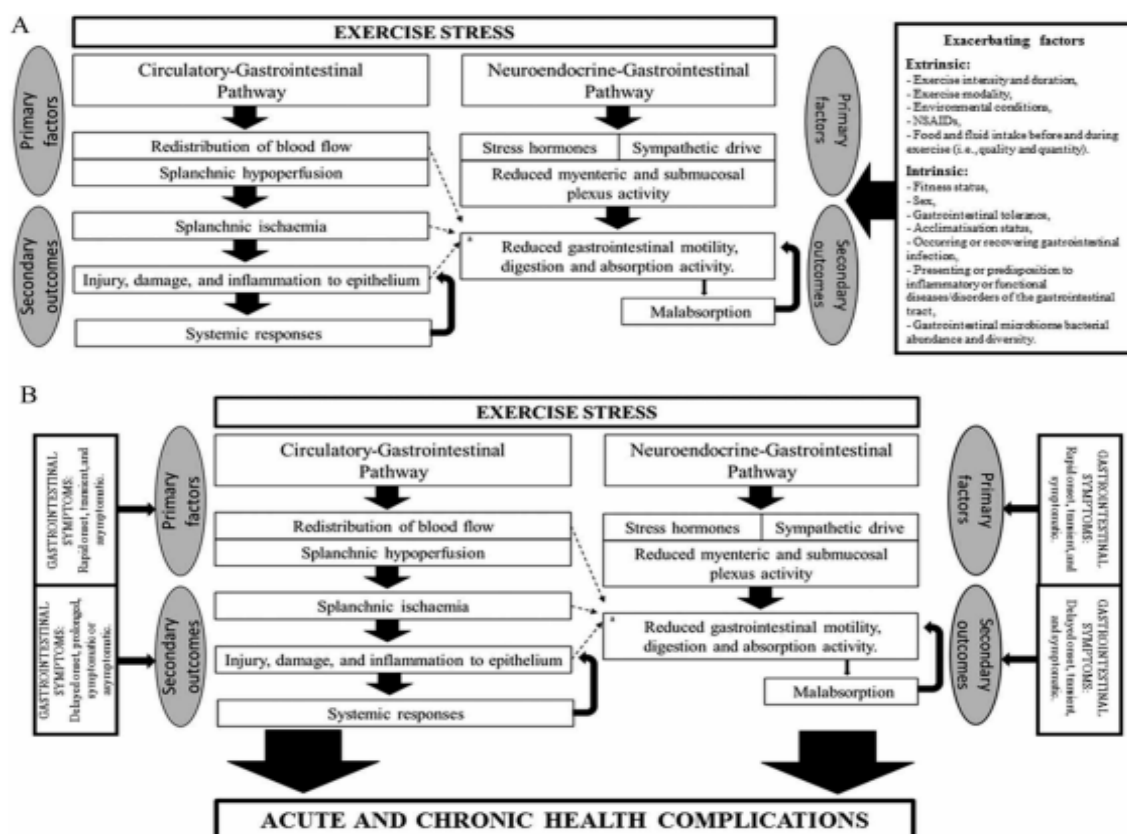


Figura 2. Descripción esquemática del síndrome gastrointestinal inducido por el ejercicio y los factores que agravan los trastornos circulatorios-gastrointestinales, vías neuroendocrino-gastrointestinales (A) y vínculos de vías potenciales con síntomas gastrointestinales (B). (4)

Estos factores agravantes deben de ser el principal objetivo para combatir para reducir la perturbaciones y síntomas asociados con el ejercicio de resistencia extrema, además de considerar beneficiosas ciertas estrategias dietéticas individualizadas antes y / o durante el ejercicio.

Claramente, el tracto intestinal es muy adaptable, y se ha sugerido que el entrenamiento dirigido del mismo puede mejorar la entrega de nutrientes durante el ejercicio y, al mismo tiempo aliviar algunos o todos los síntomas que pueden presentarse durante la prueba.

4.2.3.1 Ingesta durante el ejercicio

Este método de adaptación, a la que a veces se hace referencia como "entrenamiento de estómago", ha recibido relativamente poca atención en la bibliografía y hay muy pocos artículos de revisión dedicados a este tema (37). Lo que sí se sabe es que está altamente trabajado en la práctica y hoy en día el entrenamiento del estómago es una fase crucial en el deportista, lo cual puede ser una solución relevante para muchos de los GIS.

La evidencia muestra que el estómago puede adaptarse a la ingestión de grandes volúmenes de líquidos, sólidos o combinaciones de ambos. Por ejemplo, se sabe que los deportistas "entrenan" su estómago para ingerir grandes volúmenes de comida con menos molestias y, a través del entrenamiento regular, son capaces de ingerir cantidades de comida dentro de una pequeña ventana de tiempo que son impensables para el promedio y persona no capacitada. (37)

La realización de este "entrenamiento del estómago" tiene dos efectos principales: primero, el estómago puede extenderse y contener más comida y segundo, un estómago lleno se tolera mejor y no se percibe como tan lleno a la hora de la realización del ejercicio. Ambos aspectos pueden ser muy relevantes para una situación de ejercicio. (38)

Además, también se ha observado en muchos estudios, que los atletas de ultra resistencia describen mejores rendimientos y menos molestias gastrointestinales al usar carbohidratos líquidos, realizando previamente un entrenamiento de estómago. (5,38) Varias investigaciones han demostrado que la ingestión de líquidos con determinadas concentraciones de CHO, de 30 a 70 g de carbohidratos por hora o de 0,2 a 0,6 g / kg de peso corporal / h (38) puede mantener la oxidación de la glucosa en sangre y retrasar la fatiga. Asimismo, se ha demostrado que una composición líquida del 7,5% al 12% de hidratos de carbono, minimiza las posibilidades de hipoglucemia, pero maximiza el rendimiento a medida que se deterioran los niveles de glucógeno (39)

4.2.4 Problemas de hidratación y cambios en la masa corporal.

Es bastante común que los deportistas que participan en pruebas ultra resistencia desarrollen diversos grados de deshidratación o hiperhidratación. Por ello, es importante para los atletas de ultra resistencia evitar estas situaciones que pueden limitar su rendimiento deportivo y su estado fisiológico adecuado.

Existen diferentes grados de deshidratación que se pueden clasificar en leve, moderada o severa (40):

- Deshidratación leve (entre 1 y 5% de deshidratación)

La sensación de sed es ya un síntoma de alerta que activa nuestro propio organismo para indicarnos que el cuerpo está deshidratado. Este síntoma puede ir acompañado de malestar, fatiga, debilidad y dolor de cabeza, y supone la pérdida de entre el 1 y el 5% de nuestro peso corporal. Esto es ya un síntoma de alarma y de que debemos incrementar nuestra ingesta de agua.

- Deshidratación moderada (entre 6 y 8% de deshidratación)

El tener la piel seca o con pérdida de elasticidad, escasa producción de sudor o sudor frío, insuficiente producción de orina o que sea de un color oscuro, dificultad para hablar y coordinar movimientos, son síntomas que nos indican que nuestro organismo ha perdido entre un 6 y un 8% de nuestra agua corporal. Ante estos síntomas se recomienda descansar o detener nuestra actividad durante 15 o 20 minutos y rehidratarse.

- Deshidratación severa (entre 9 y 11% de deshidratación)

Sentir espasmos musculares, problemas de equilibrio, confusión mental, así como un aumento significativo y rápido de la frecuencia cardíaca y de la temperatura, nos indican que el organismo ha perdido entre un 9 y un 11% de nuestra agua corporal y requiere de asistencia médica inmediata.

Asimismo, la deshidratación puede inducirse antes del ejercicio o desarrollarse durante el mismo (deshidratación inducida por el ejercicio). La deshidratación inducida por el ejercicio disminuye el rendimiento aeróbico y aumenta la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca, el esfuerzo percibido y la dependencia de los carbohidratos como principal fuente de energía (38,41).

En pruebas de ultra resistencia donde la tasa de sudoración puede ser bastante elevada, se debe optimizar aún más la hidratación para evitar que se puedan producir problemas de hiponatremia, hipocalemia y déficits nutricionales de gran importancia. Además, se ha calculado que la pérdida de masa necesaria para mantener una correcta hidratación durante una ultra maratón de montaña de 161 kilómetros tiene que ser como máximo de aproximadamente el 2% de la masa corporal. (4)

La ingesta de líquidos recomendada puede ser sustancial, especialmente en atletas entrenados y en condiciones de calor cuando las tasas de sudoración son altas. Sin embargo, ingestas tan elevadas pueden causar molestias y, en algunos casos, problemas gastrointestinales, lo cual es un factor a tener en cuenta en situaciones individualizadas. Por lo tanto, los atletas generalmente controlan simultáneamente la comodidad gastrointestinal, la hidratación y la liberación de carbohidratos. (9,12)

Por otro lado, la masa corporal y sus cambios, lo cual se mencionará a continuación, es una variable que se mide comúnmente durante los estudios de resistencia y ultra resistencia para valorar el correcto grado de hidratación. Se ha evaluado el cambio de masa corporal en múltiples eventos que varían en duración entre 3 a 30 horas, los resultados mostraron que un promedio del 11% y 36% de los casos no tuvo pérdida o aumento de masa corporal durante la prueba deportiva. Por otro lado, una proporción considerable de los participantes habían perdido más del 5-6% de la masa corporal. Teniendo en cuenta el porcentaje de pérdida de masa corporal encontrado, es evidente que la mala gestión de las necesidades de hidratación es un aspecto bastante común en las competiciones de resistencia y ultra resistencia. (4, 12)

En situaciones contrarias, una mayor ingesta de líquidos en comparación con su pérdida podría conducir a hiponatremia inducida por el ejercicio (EAH), que se asocia con encefalopatía hiponatrémica, estado mental alterado, colapso, convulsiones e incluso coma que puede dar lugar a la muerte, durante carreras prolongadas (12,41,42)

La hiponatremia asociada al ejercicio se define como una concentración de sodio plasmático de <135 mmol / L durante o después del rendimiento de resistencia y ultra resistencia. Este tipo de problema nutricional también puede diagnosticarse basándose en la sintomatología, ya que se han notificado síntomas incluso en concentraciones cercanas a 130 mmol / L. (11) Además estos síntomas pueden ocurrir durante o incluso en las 24 horas siguientes a la realización de la prueba deportiva (12). Además, los síntomas no son específicos, varían entre pacientes y pueden confundirse con otras afecciones. Dentro de ellos se encuentran fatiga, temblor, ataques de epilepsia, calambres musculares, aumentos de peso corporal, hinchazón de manos y pies, somnolencia, desorientación, desorden de déficit de atención, coma, etc. (9,12,42).

La EAH, hoy en día, sigue provocando muertes en atletas por complicaciones asociadas con la encefalopatía hiponatrémica. Se han documentado casos sufridos por atletas de resistencia y ultra resistencia (42).

Además, la hiperhidratación puede disminuir indirectamente el rendimiento a través del aumento de la masa corporal, debido a un transporte de líquidos innecesario, retrasos para beber y llenar recipientes de líquidos, pausas necesarias para orinar y síntomas gastrointestinales adversos que comúnmente interfieren con el rendimiento del ejercicio y en algunas ocasiones provocan el abandono de eventos de ultra resistencia (4,42,43).

Un aspecto más en este sentido es el tipo de rehidratación y la importancia de tomar bebidas capaces de reconstituir el nivel electrolítico correcto en estas condiciones. Si bien la ingestión de sodio durante una carrera puede atenuar la caída de las concentraciones de sodio en sangre, no puede prevenir la EAH en el contexto de una ingesta excesiva de líquidos (43).

A pesar de ser una afección bien conocida en la actualidad, los atletas aficionados y profesionales deberían poder disponer de estrategias y consejos basados en pruebas para prevenir la EAH (9). Mantener una hidratación adecuada generalmente no es un proceso complicado. Se trata, simplemente de equilibrar las pérdidas de agua con la combinación de la ingesta de agua y del agua disponible para mantener al sistema circulatorio con un volumen óptimo. Por suerte, el cuerpo humano está bien adaptado con señales internas que apoyan adecuadamente este proceso durante el ejercicio prolongado de intensidad baja a moderada. (12)

4.2.5 Cambios en la masa corporal durante la carrera.

Distintos estudios han confirmado que, un hecho importante en las disciplinas de ultra resistencia es la pérdida de masa corporal tanto a nivel muscular como a nivel graso. Todo ello se ve reflejado en la tabla 6 (9).

Distance and/or time	Subjects	Change in body mass (kg)	Change in fat mass (kg)	Change in muscle mass (kg)	Change in body water (l)
Swimming					
24-h swim	1 male	- 1.6	- 2.4	- 1.5	- 3.9
12-h swim	1 male	- 1.1		- 1.1	
Cycling					
12-h indoor cycling	1 male	- 0.4	- 0.9	+ 0.2	
617 km in 24 hours	1 male	+ 4.0	+ 0.9	+ 2.9	
1,000 km within 48 hours	1 male	+ 2.5	- 1	+ 0.4	+ 1.8
2,272 km in 5 d 7 h	1 male	- 2.0	- 0.79	- 1.21	
4,701 km in 9 d 16 h	1 male	- 5	-	-	
Running					
12-h run	1 male	+ 1.5	- 4.4	+ 1.0	+ 4.9
320 km in 54 h	1 male	- 0.4	- 0.3	- 1.0	
501 km in 6 days	1 male	- 3.0	- 6.8		
100 km in 762 min	11 females	- 1.5			+ 2.2
100 km in 11:49 h:min	39 males	-1.6	- 0.4	- 0.7	+ 0.8
338 km in 5 days	21 males			- 0.6	
1,200 km in 17 days	10 males		-3.9	- 2.0	+ 2.3 l
Triathlon					
Triple Iron ultra-triathlon in 41 h	1 male	- 1.1	- 0.4	+ 1.4	+ 2.0
Triple Iron ultra-triathlon in 43 h	1 male	+ 2.1	+ 0.4	+ 4.4	
Deca Iron ultra-triathlon	1 male	+ 3.2	+ 2.4	+ 2.4	
Quintuple Iron ultra-triathlon	1 male	- 0.3	- 1.9		+ 1.5
10 x Ironman triathlon in 128 h	1 male	- 1.0	- 0.8	- 0.9	+ 2.8
Ironman in 11 h 36 min	27 males	- 1.8		- 1.0	
Triple Iron ultra-triathlon	31 males	- 1.7	- 0.6	- 1.0	
10 x Ironman triathlon in 128 h	8 males		- 3		
Mean±SD		- 0.4 ± 2.5	- 1.4 ± 2.3	+ 0.1 ± 1.9	+ 1.5 ± 1.30

Tabla 6. Cambio de la composición corporal en atletas de ultra resistencia en diferentes disciplinas. (9)

Como se ha podido observar anteriormente el cambio de la masa corporal puede ser debido principalmente a un desequilibrio de líquidos. Sin embargo, un factor de gran relevancia, específico en los deportes de ultra resistencia, es la longitud de la prueba y la disciplina deportiva. Realizar una carrera de ultra resistencia puede disminuir la masa corporal en niveles que pueden llegar a ser superiores al 5% del peso corporal inicial (4).

Asimismo, se han observado cambios en la composición de aminoácidos totales, sin embargo, la cantidad total de oxidación de aminoácidos durante el ejercicio de resistencia es del 1 al 6% de la energía total empleada durante el ejercicio (18,44). Por ello, la disminución de la masa muscular esquelética debida a la degradación de proteínas es relativamente baja.

Además, se han encontrado diferencias dependiendo del tipo de deporte de resistencia que se practique. El deporte de resistencia concéntrico, como puede ser el ciclismo, da como resultado una disminución de la masa grasa (45), mientras que un deporte de resistencia excéntrico, como correr, da como resultado una disminución de la masa muscular (46).

Sin embargo, también se han reportado resultados opuestos en los que se ha detectado un aumento en la masa corporal y la masa del músculo esquelético durante las carreras de ultra resistencia. Como ya se ha mencionado anteriormente, una posible explicación podría derivarse de los problemas de hidratación, donde puede producirse un aumento de la masa corporal derivada de la sobrecarga de líquidos. (4)

Aunque la mayoría de las investigaciones realizadas en carreras de ultra resistencia informaron una disminución de la masa corporal en las carreras, las inconsistencias en los hallazgos con respecto a los cambios en la masa grasa y en la masa del músculo esquelético entre los estudios (4) deben atribuirse a características específicas de la raza y variabilidad interindividual (46), así como de la duración y tipo de ejercicio.

4.3. Intervención nutricional de un deportista de ultra resistencia

4.3.1 Consulta inicial y planteamiento de los objetivos

El atleta es un hombre de 30 años con fecha de nacimiento el 08/10/1991 con una altura de 176 cm, que acude a consulta por primera vez el 31 de marzo de 2021. Se dedica principalmente a realizar eventos de ultra Trail, fijándose como objetivo el día 11 de septiembre de 2021 el ultra maratón de la Canfranc-Canfranc consintiendo en una prueba de 70 kilómetros y 6100 metros de desnivel positivos.

Como la mayoría de los deportistas de ultra resistencia, el atleta acudió en busca de una mejora del rendimiento deportivo y con el objetivo de poner solución a algunos problemas que se habían presentado en algunas carreras anteriores. El primer día en consulta realizamos una entrevista personal donde

explica el deporte que practica y sus próximos objetivos deportivos. Además, comenta sus hábitos cotidianos y sus rutinas de entrenamiento.

A nivel nutricional el deportista indica que toma geles energéticos de la misma marca siempre y que no le importaría tomar diferentes geles o tomar algún tipo de suplementación, además nos comenta que no se suplementa con sales.

En cuanto a su rendimiento deportivo, indica que en repetidas carreras de ultra Trail experimentó fatiga mayor a la usual, debilidad muscular al final de la prueba y al finalizarla, y dolor de cabeza durante todo el mismo día de la prueba. Estos síntomas apuntan a una deshidratación y para confirmarla se propone evaluar el porcentaje de deshidratación calculando la tasa de sudoración del atleta.

Por esta razón, se le plantea al deportista que, durante 4 días con diferentes entrenos, rellene los siguientes datos: el tipo de entrenamiento, la duración de éste, su peso antes de iniciar el entreno una vez ya orinado, el peso tras acabar el entreno sin haber orinado y en caso de haberlo hecho, haber contabilizado el volumen de orina y el peso antes y después del bidón usado para el entreno. De esta manera podremos conocer su tasa de sudoración y ver si realmente existe un déficit en el balance hídrico que sea necesario corregir.

Además, también se realizó una evaluación de su composición corporal, con toma de diferentes pliegues cutáneos, cuyos datos se muestran en el siguiente apartado. Estas medidas antropométricas se tomaron de manera rutinaria en cada sesión que se mantuvo con el atleta. También se le pidió que rellenara un recuerdo de 24 horas en los cuatro días posteriores (anexo 1); de esta manera se pueden evaluar los futuros cambios que se realicen para la mejora del rendimiento deportivo, así como conocer los gustos y rutinas nutricionales del deportista.

Con todos estos datos iniciales el objetivo planteado para el deportista de ultra resistencia fue la “modificación y adecuación del consumo hídrico”.

4.3.2 Evolución de los datos antropométricos y balance hídrico del deportista de ultra Trail.

4.3.2.1 Datos antropométricos

Los datos antropométricos se muestran en la figura 3, siendo el eje “x” la fecha de la toma de los pliegues y el eje “y” la media de las tomas en milímetros de cada pliegue tomado. Como se puede observar su perfil antropométrico ha ido mejorando paralelamente a la intervención del deportista.

Podemos ver un descenso en la mayoría de los pliegues tomados, teniendo como referencia inicial las medidas del día 31/03/2021. Estos datos nos indican que se está produciendo un descenso de la masa grasa y/o un aumento de la masa muscular del atleta. El único pliegue que aumenta su tamaño es el suprailíaco, lo que puede deberse a que la masa grasa en ese lugar haya aumentado.

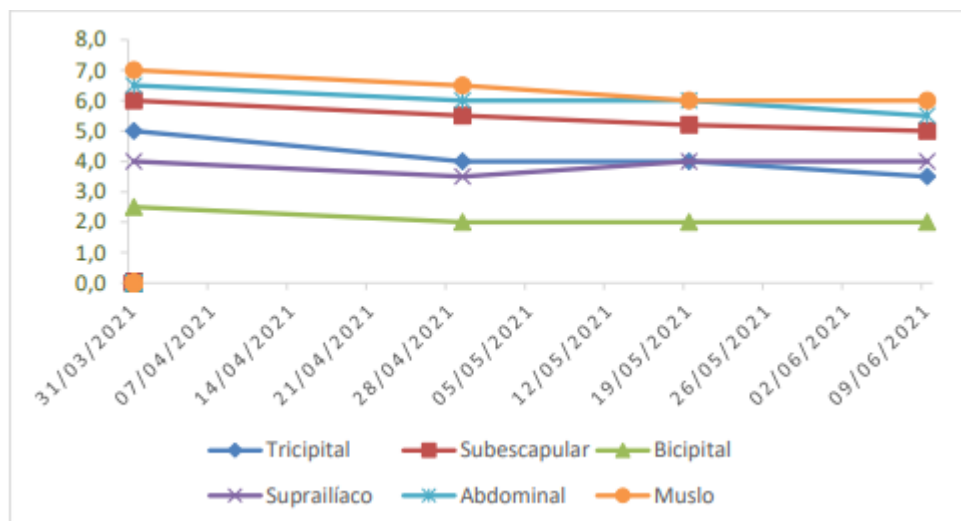


Figura 3. Evolución del perfil antropométricos tomados en el deportista.

Para confirmar este hecho y conocer también la evolución de la composición corporal, se calcularon los porcentajes de masa grasa, masa magra, masa residual y porcentaje de masa ósea. Para ello se aplicaron las ecuaciones de Yuhasz, Faulkner y Carter para calcular el porcentaje de masa grasa; la ecuación De Rosé para el cálculo de la masa muscular; la ecuación de masa residual para el cálculo de esta y la fórmula de Rocha para el porcentaje de masa ósea. En la tabla 7 se muestra la evolución antropométrica del paciente desde la primera fecha del seguimiento 31/03/2021 hasta la última revisión realizada 09/06/2021.

Fecha	Σ pliegues			Grasa Yuhasz		Grasa Faulkner		Grasa Carter		Músculo De Rose		Masa residual		Óseo Rocha		Somatocarta			Coordenadas	
				4	6	8	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	Endo	Meso	Ecto		
31/03/2021	22	36	42	7,1	5,2	9,1	6,7	6,3	4,6	54	39,42	12	8,6	16	12	1,248	5,597	2,194	0,947	7,753
29/04/2021	19	32	38	6,7	4,9	8,7	6,3	5,9	4,3	54	38,86	12	110	17	12	1,001	5,45	0,1	-0,901	9,798
19/05/2021	19	30	36	6,6	4,7	8,7	6,3	5,8	4,2	54	38,91	12	111	17	12	1,026	5,538	0,1	-0,926	9,95

Tabla 7. Composición corporal del deportista reflejada en los diferentes porcentajes y kilogramos de masa grasa, masa muscular, masa residual y masa ósea con las diferentes fórmulas.

Como se puede observar en los datos de la tabla 7, el deportista ha sufrido una mejora en cuanto a su composición corporal. Con respecto a la masa grasa, se observa un descenso tanto en kilogramos como en porcentaje. En cuanto al músculo, se observa un mantenimiento en cuanto al porcentaje y un descenso de 0,5 kg de masa muscular. Se trata de un descenso que no es preocupante y que se puede poner fácil solución en el tiempo de intervención nutricional que queda hasta la prueba.

4.3.2.2 Balance hídrico

El deportista recoge los datos que se ven reflejados en la tabla 8. Concretamos con el deportista pesar el bidón vacío para posteriormente poder concretar el peso o los litros de este una vez llenado antes del entreno y después.

Con los datos recogidos por el deportista calculamos: el consumo hídrico total, el peso perdido tras el entreno, la tasa de sudoración (L/h) y el porcentaje de deshidratación.

Día	Tipo de entrenamiento	Duración (min)	Peso del deportista antes (kg)	Peso del deportista después (kg)	Peso del bidón/es antes (kg/L)	Peso del bidón/es después (kg/L)	Cantidad de orina (L)	Consumo hídrico total	Peso perdido (kg)	Tasa de sudoración (L/h)	Porcentaje de deshidratación (%)
19-may	Cambios de ritmo 9x2' z4	60	72,5	70,9	0	0	0,12	0	1,6	1,48	2,21
27-may	Carrera continua z3/4	70	72,5	71,1	0,632	0,055	0	0,577	1,4	1,69	1,93
02-jun	Farleck	60	72,5	70,6	0,63	0,055	0	0,575	1,9	2,48	2,62
04-jun	Trote suave z1/2	70	72	70,5	0	0	0	0	1,5	1,29	2,08

Tabla 8. Cálculos de la tasa de sudoración y el porcentaje de deshidratación.

La tasa de sudoración en este caso refleja la cantidad de fluido que pierde el deportista a través del sudor durante cada hora de ejercicio bajo las condiciones indicadas en la tabla. Según el tipo de entrenamiento y/o deporte que está practicando, su tasa de sudoración varía entre 1,29 litros/hora y 2,48 litros/hora. Estos datos ayudarán en el cálculo del volumen de líquidos que necesita este deportista según el tipo de entrenamiento que vaya a realizar.

El porcentaje de deshidratación nos ayuda a estimar el grado de deshidratación que presenta el deportista pudiendo ser deshidratación leve, moderada o severa para en intervenciones futuras poderlo comparar de una manera más general.

4.3.3 Problemas nutricionales detectados e intervención nutricional planteada.

Uno de los problemas nutricionales detectados, del cual ya se tenía sospecha por la entrevista inicial con el atleta, es la deshidratación durante el ejercicio. Este problema, como se ha comentado en la parte de la revisión bibliográfica, es bastante común en los deportistas de ultra resistencia y tiene como consecuencia una disminución del rendimiento, aumento de la temperatura corporal, frecuencia cardíaca o esfuerzo percibido.

El abordaje que se plantea en este atleta en concreto, teniendo en cuenta los datos recogido por el mismo es:

- Consumo de entre 0.6-0.8 L/hora mientras se realice entrenamiento de carrera continua z3/4 y en Farleck (tipo de entrenamiento más exigente).
- Consumo de entre 0.3-0.5 L/hora cuando se realice entrenamiento de cambio de ritmo 9x2' z4 y trote suave z1/2 (tipo de entrenamiento más suave)

Todo ello teniendo en cuenta que las recomendaciones para evitar la hipo hidratación y la sobrecarga de líquidos que puede derivar a hiponatremia son de 300-600ml por hora (3). Y que, ante todo evitaremos que el consumo de líquidos sea excesivo (sobrecarga de líquidos), ya que aumentará la masa corporal y las concentraciones plasmáticas de sodio disminuirán aumentando el riesgo de hiponatremia asociada al ejercicio (EAH).

En cuanto al sodio, como ya se ha nombrado en artículos con anterioridad (4,9) se ha demostrado no es necesario una suplementación para mantener una hidratación adecuada durante el ejercicio prolongado hasta 30 horas. Además, se cree que el sodio consumido durante las comidas debe ser adecuado para reemplazar las pérdidas durante el ejercicio de rutina y que, este mismo sodio es adecuado para evitar la hipo hidratación por agotamiento de sal. Por lo que teniendo en cuenta que nuestro objetivo es preservar las concentraciones séricas de sodio, en un principio no pautaremos la suplementación con sodio, sino que enriqueceremos la alimentación precompetición para evitar el descenso de estas concentraciones y evitaremos el agotamiento sérico de sodio.

4.3.4. Resultados tras la intervención nutricional

Una vez explicado al deportista las nuevas pautas de hidratación, se le pidió que rellenara la misma tabla que al principio de la intervención, pero aplicando las recomendaciones de hidratación específicas para cada tipo de entrenamiento. Los resultados reportados por el atleta se reflejan en la tabla 9.

Día	Tipo de entrenamiento	Duración (min)	Peso del deportista antes (kg)	Peso del deportista después (kg)	Peso del bidón/es antes (kg/L)	Peso del bidón/es después (kg/L)	Cantidad de orina (L)	Consumo hídrico total	Peso perdido (kg)	Tasa de sudoración (L/h)	Porcentaje de deshidratación (%)
06-jun	Cambios de ritmo 9x2' z4	60	72	70,9	0,3	0	0,12	0,3	1,1	1,28	1,53
08-jun	Carrera continua z3/4	70	72	71,1	0,78	0,165	0	0,615	0,9	1,30	1,25
10-jun	Farleck	60	71,5	70,8	0,705	0,05	0	0,655	0,7	1,36	0,98
12-jun	Trote suave z1/2	70	71,5	71	0,4	0	0	0,4	0,5	0,77	0,70

Tabla 9. Cálculo de la tasa de sudoración y el porcentaje de deshidratación tras las recomendaciones.

Los datos obtenidos en los diferentes tipos de entrenamiento muestran un descenso del peso perdido, de la tasa de sudoración, así como del porcentaje de deshidratación.

Además, el deportista comenta que ha experimentado una reducción de la sintomatología que presentaba antes de la intervención: fatiga mayor a la usual, debilidad muscular al final de la prueba y al finalizarla y dolor de cabeza durante todo el mismo día de la prueba y que se ha eliminado el dolor de cabeza presente durante el día de la carrera.

Todos estos datos permiten concluir que el deportista de ultra resistencia presentaba un desequilibrio hídrico dando lugar a una deshidratación leve (porcentaje de deshidratación entre el 1 y el 5%) y que, tras la intervención nutricional y el aumento de la toma de líquidos durante el ejercicio, el porcentaje de deshidratación ha disminuido y por consiguiente la sintomatología asociada.

Asimismo, se ha de resaltar que se ha conseguido una menor pérdida de peso en el deportista tras los entrenos, lo cual da lugar a una menor pérdida de masa corporal tanto magra como grasa.

5 Conclusiones

- 1 Los deportes de ultra resistencia comprenden una gran variedad de deportes y modalidades, por lo que la aplicación de unas estrategias nutricionales óptimas dependerá del tipo de deporte, ya que se presentan factores externos que pueden dar lugar a diversos problemas de origen multifactorial.
- 2 Los principales problemas nutricionales detectados en los deportes de ultra resistencia son: fatiga debida al agotamiento de los depósitos de glucógeno endógeno, deshidratación e hiperhidratación que puede derivar en una hiponatremia asociada al ejercicio o problemas gastrointestinales.
- 3 No hay evidencias suficientes de que el empleo de una dieta alta en grasa y baja en hidratos de carbono, que implique un menor uso del glucógeno muscular, proporcione una mejora significativa en el rendimiento deportivo de ultra resistencia.
- 4 Es posible conseguir un nivel de hidratación adecuado a través de la ingesta de agua y otros fluidos hipotónicos, adecuándose a la tasa de sudoración individualizada de cada deportista.
- 5 Un exceso de hidratación puede provocar problemas de hiperhidratación potencialmente mortales en los deportistas de ultra resistencia debido al desarrollo de hiponatremia asociada al ejercicio.
- 6 La intervención nutricional realizada en el atleta de ultra Trail mostró a la deshidratación como el principal problema nutricional que sufría este deportista.
- 7 La intervención nutricional individualizada mejoró las características antropométricas del atleta y el estado de hidratación mientras entrenaba para el evento deportivo.
- 8 Los profesionales nutricionistas especializados en el deporte deben aplicar requerimientos individualizados para cada atleta, valorando el estado de inicio de cada uno, los problemas específicos que padezcan y planteando soluciones concretas para cada uno de ellos.

6. Bibliografía

1. Morici G, Gruttad'Auria CI, Baiamonte P, Mazzuca E, Castrogiovanni A, Bonsignore MR. Endurance training: is it bad for you? *Breathe (Sheff)*. junio de 2016;12(2):140-7.
2. Shephard RJ, Åstrand D. LA RESISTENCIA EN EL DEPORTE. Editorial Paidotribo; 2007. 692 p.
3. Nikolaidis PT, Veniamakis E, Rosemann T, Knechtle B. Nutrition in Ultra-Endurance: State of the Art. *Nutrients*. 16 de diciembre de 2018;10(12).
4. Costa RJS, Hoffman MD, Stellingwerff T. Considerations for ultra-endurance activities: part 1- nutrition. *Res Sports Med*. junio de 2019;27(2):166-81.
5. Zaryski C, Smith DJ. Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Curr Sports Med Rep*. junio de 2005;4(3):165-70.
6. Bedkowski J. Home [Internet]. IAU - International Association of Ultrarunners. [citado 18 de junio de 2021].
7. (Hoffman MD, Krouse R. Carrera ultra obligatoria entre los corredores de ultramaratón. *Res Sports Med*. 2018; 26 (2): 211-221
8. Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M.. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*;2016, 48(3), 543–568.
9. Knechtle, B: Nutrition in ultra-endurance racing - aspects of energy balance, fluid balance and exercise-associated hyponatremia. University of Zurich. *Med Sport*. 2013; 14 (4) 200-210.
10. Pyne D: La periodización del entrenamiento de natación en el Instituto Australiano de Deporte. *Entrenador deportivo* 1996, 18 : 34–38.
11. Bompa TO: Periodización: Teoría y Metodología del Entrenamiento, ed. 4. Champaign, IL: Cinética Humana; 1999.
12. Hoffman MD, Stellingwerff T, Costa RJS. Considerations for ultra-endurance activities: part 2 - hydration. *Res Sports Med*. junio de 2019;27(2):182-94.
13. Brown RC. Nutrition for optimal performance during exercise: carbohydrate and fat. *Curr Sports Med Rep*. agosto de 2002;1(4):222-9.
14. Costa, R. J. S., Swancott, A., Gill, S., Hankey, J., Scheer, V., Murray, A., & Thake, D. Compromised energy and nutritional intake of ultra-endurance runners during a multi-stage ultra-marathon conducted in a hot ambient environment. *International Journal of Sports Science*, 2013; 3(2), 51–61
15. Ortega Porcel FB, Ruiz Ruiz J, Castillo Garzón, Gutiérrez Sainz A. Hiponatremia en esfuerzos de ultraresistencia: efectos sobre la salud y el rendimiento. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. junio de 2004;54(2):155-64.

16. Coyle EF. Fluid and carbohydrate replacement during exercise how much and why? *Sports Sci Exchange* 1994; 7:3-50.
17. Jeukendrup, A. Un paso hacia la nutrición deportiva personalizada: la ingesta de hidratos de carbono durante el ejercicio. *Medicina deportiva*,44(Suplemento 1),2014. 25-33. doi: 10.1007 / s40279-014-0148-z
18. Costa RJS, Knechtle B, Tarnopolsky M, Hoffman MD. Nutrition for Ultramarathon Running: Trail, Track, and Road. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 1 de marzo de 2019;29(2):130-40.
19. Knechtle B, Nikolaidis PT. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Front Physiol* [Internet]. 1 de junio de 2018 [citado 18 de junio de 2021];9.
20. Millet GY. Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultra-marathons?: the flush model. *Sports Med*. 1 de junio de 2011;41(6):489-506.
21. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*. 9 de octubre de 2010;135(11):507-11.
22. Stuempfle KJ, Hoffman MD. Gastrointestinal distress is common during a 161-km ultramarathon. *J Sports Sci*. 2015;33(17):1814-21.
23. Turner-McGrievy GM, Moore WJ, Barr-Anderson D. The Interconnectedness of Diet Choice and Distance Running: Results of the Research Understanding the Nutrition of Endurance Runners (RUNNER) Study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. junio de 2016;26(3):205-11.
24. Barrero A, Erola P, Bescós R. Energy balance of triathletes during an ultra-endurance event. *Nutrients*. 31 de diciembre de 2014;7(1):209-22.
25. Costa RJS, Gill SK, Hankey J, Wright A, Marczak S. Perturbed energy balance and hydration status in ultra-endurance runners during a 24 h ultra-marathon. *Br J Nutr*. 14 de agosto de 2014;112(3):428-37.
26. Enqvist JK, Mattsson CM, Johansson PH, Brink-Elfegoun T, Bakkman L, Ekblom BT. Energy turnover during 24 hours and 6 days of adventure racing. *J Sports Sci*. julio de 2010;28(9):947-55.
27. Geesmann B., Gibbs J.C., Mester J., Koehler K. Association between energy balance and metabolic hormone suppression during ultraendurance exercise. *Int. J. Sports Physiol. Perform*. 2017;12:984–989. doi: 10.1123/ijsp.2016-0061
28. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*. marzo de 2016;48(3):543-68.
29. Impey SG, Hammond KM, Shepherd SO, Sharples AP, Stewart C, Limb M, et al. Fuel for the work required: a practical approach to amalgamating train-low paradigms for endurance athletes. *Physiol Rep*. mayo de 2016;4(10):e12803.

30. Burke LM, Ross ML, Garvican-Lewis LA, Welvaert M, Heikura IA, Forbes SG, et al. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *J Physiol*. 1 de mayo de 2017;595(9):2785-807.
31. Pinckaers PJM, Churchward-Venne TA, Bailey D, van Loon LJC. Ketone Bodies and Exercise Performance: The Next Magic Bullet or Merely Hype? *Sports Med*. 1 de marzo de 2017;47(3):383-91
32. Rauch, C.E., Khoo, A.Y., Miall, A., Snipe, R.M.J., & Costa, R.J.S. (2018). Non-protein oxidation rates of ultramarathon runners in response to incremental intensity and prolonged strenuous running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2018, 38(S1):8.
33. Tarnopolsky MA. Protein and physical performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. noviembre de 1999;2(6):533-7.
34. Knechtle B., Knechtle P., Mrazek C., Senn O., Rosemann T., Imoberdorf R., Ballmer P. No effect of short-term amino acid supplementation on variables related to skeletal muscle damage in 100 km ultra-runners—Randomized controlled trial. *J. Int. Soc. Sports Nutr*. 2011;7:6. doi: 10.1186/1550-2783-8-6.
35. Costa, R. J. S., Snipe, R., Camões-Costa, V., Scheer, B. V., & Murray, A. The impact of gastrointestinal symptoms and dermatological injuries on nutritional intake and hydration status during ultramarathon events. *Sports Medicine- Open*, 2016; 2(16), 1–14.
36. Costa, R. J. S., Snipe, R., Kitic, C., & Gibson, P. Systematic review: Exercise-induced gastrointestinal syndrome- Implication for health and disease. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 2017. 46(3), 246–265.
37. Jeukendrup AE. Training the Gut for Athletes. *Sports Med*. 2017;47(Suppl 1):101-10.
38. Hoffman MD, Stuenkel KJ, Valentino T. Sodium Intake During an Ultramarathon Does Not Prevent Muscle Cramping, Dehydration, Hyponatremia, or Nausea. *Sports Med Open*. 22 de diciembre de 2015;1:39.
39. Jeukendrup A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Med*. 2014;44:S25–S33. doi: 10.1007/s40279-014-0148-z
40. COLEF C. Deshidratación en la práctica físico-deportiva [Internet]. consejo-colef. 2018 [citado 22 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.consejo-colef.es/post/guia-hidratacion-2018-2>
41. Chiampas GT, Goyal AV. Innovative Operations Measures and Nutritional Support for Mass Endurance Events. *Sports Med*. noviembre de 2015;45 Suppl 1: S61-69.
42. Hew-Butler T, Loi V, Pani A, Rosner MH. Exercise-Associated Hyponatremia: 2017 Update. *Front Med (Lausanne)*. 2017; 4:21.
43. Knechtle B, Chlábíková D, Papadopoulou S, Mantzourou M, Rosemann T, Nikolaidis PT. Exercise-Associated Hyponatremia in Endurance and Ultra-Endurance Performance—Aspects

of Sex, Race Location, Ambient Temperature, Sports Discipline, and Length of Performance: A Narrative Review. *Medicina (Kaunas)*. 26 de agosto de 2019;55(9):537.

44. Fellmann N., Ritz P., Ribeyre J., Beaufrère B., Delaître M., Coudert J. Hiperhidratación intracelular inducida por una carrera de resistencia de 7 días. *EUR. J. Appl. Physiol. Ocupar. Physiol.* 1999; 80 : 353–359. doi: 10.1007 / s004210050603
45. Knechtle B., Morales N.P., Gonzalez E.R., Gutierrez A.A., Sevilla J.N., Gomez R.A., Robledo A.R., Rodriguez A.L., Fraire O.S., Andonie J.L., et al. Effect of a multistage ultraendurance triathlon on aldosterone, vasopressin, extracellular water and urine electrolytes. *Scott. Med J.* 2012;57:26–32. doi: 10.1258/smj.2011.011287.
46. Armstrong L.E., Casa D.J., Emmanuel H., Ganio M.S., Klau J.F., Lee E.C., Maresh C.M., McDermott B.P., Stearns R.L., Vingren J.L., et al. Nutritional, physiological, and perceptual responses during a summer ultraendurance cycling event. *J. Strength Cond. Res.* 2012; 26:307–318. doi: 10.1519/JSC.0b013e318240f677

ANEXO I

Ejemplo de “Recuerdo 24 horas” proporcionado por el atleta de ultra resistencia

	Martes 08/06	Miércoles 09/06	Jueves 10/06	Viernes 11/06
Desayuno	-Tostada de pan (33g) con pavo (24g) -Tostada de pan (33g) con 3-4 claras de huevo -Tomate cortado natural (120g) -Manzana	-Tostada de pan (33g) con pavo (24g) -Tostada de pan (33g) con 3-4 claras de huevo -Tomate cortado natural (120g) -Manzana	-Tostada de pan (33g) con pavo (24g) -Tostada de pan (33g) con 3-4 claras de huevo -Tomate cortado natural (120g) -Manzana	-Tostada de pan (33g) con pavo (24g) -Tostada de pan (33g) con 3-4 claras de huevo -Tomate cortado natural (120g) -Manzana
Almuerzo	-Pistachos (30g) -Manzana	-Pistachos (30g) -Manzana	-Pistachos (30g) -Manzana	-Pistachos (30g) -Manzana
Comida	Judías verdes (215g) con patata cocinada (145g) -Arroz (120g) -Pollo (90g) -Plátano	-Pasta (140g) con tomate frito y 1 lata de atún -Ensalada con lechuga, tomate y 1 huevo duro -Merluza (150g) -Plátano	Pure de calabacín (180 g) con patata (250g) con cebolla (20g) -Arroz (120g) -Solomillo de cerdo (125 g) -Plátano	-Ensalada de arroz (125 g), lechuga, tomate, 1 lata de atún, 1 huevo duro -Ternera (180g) -Plátano
Merienda	-Pistachos (30g) -Frutos rojos (80g) con un yogur natural	-Pistachos (30g) -Frutos rojos (80g) con un yogur natural	-Pistachos (30g) -Frutos rojos (80g) con un yogur natural	-Pistachos (30g) -Frutos rojos (80g) con un yogur natural
Cena	-Arroz (90g) -Lomo de cerdo (135g) -Ensalada de lechuga, tomate, huevo duro y 2 sardinas.	-Tortilla francesa (3 huevos) con ½ lata de atún) -Ensalada de lechuga, tomate, huevo duro, ½ lata de atún. Manzana	-Arroz (120g) -Solomillo de cerdo (180g) -Ensalada de lechuga, tomate, 1 huevo duro y 1 lata de atún	-Contramuslo de pollo (140 g) -Arroz (100g) -Ensalada de lechuga, tomate, 1 lata de atún y 1 huevo duro
Otros	Pre-entreno: pistachos (30g) y un yogur natural alto en proteína	-	Pre-entreno: pistachos (30g) y un yogur natural alto en proteína	Pre-entreno: pistachos (30g) y un yogur natural alto en proteína